

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許出願公告番号

特公平7-27198

(24) (44) 公告日 平成 7 年 (1995) 3 月 29 日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 3 F 1/08	K			
1/16	A			
H 0 1 L 21/027		7352-4M	H 0 1 L 21/ 30	5 3 1 M

発明の数 1 (全 4 頁)

(21) 出願番号	特願昭 62-33523	(71) 出願人	999999999 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子 3 丁目 30 番 2 号
(22) 出願日	昭和 62 年 (1987) 2 月 18 日	(72) 発明者	池田 勉 東京都大田区下丸子 3 丁目 30 番 2 号 キヤ ノン株式会社内
(65) 公開番号	特開昭 63-201656	(72) 発明者	渡辺 豊 東京都大田区下丸子 3 丁目 30 番 2 号 キヤ ノン株式会社内
(43) 公開日	昭和 63 年 (1988) 8 月 19 日	(72) 発明者	鈴木 雅之 東京都大田区下丸子 3 丁目 30 番 2 号 キヤ ノン株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 若林 忠
		審査官	番場 得造
		(56) 参考文献	特開 昭 53-139469 (J P, A)

(54) 【発明の名称】 多層膜反射型マスク

1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光学定数の異なる 2 種類の層を交互に積層した多層膜構造を有する反射層と、パターンを形成する軟 X 線または真空紫外線を吸収する吸収体が基板上に設けられていることを特徴とする多層膜反射型マスク。

【請求項 2】 前記吸収体の線膨張率が $5 \times 10^{-5} / \text{deg}$ 以下である特許請求の範囲第 1 項記載の反射型マスク。

【請求項 3】 前記吸収体の熱伝導率が $0.1 \text{ J/cm} \cdot \text{s} \cdot \text{deg}$ 以上である特許請求の範囲第 1 項記載の反射型マスク。

【発明の詳細な説明】

【産業上の利用分野】

本発明は、リソグラフィーに用いられる軟 X 線・真空紫外線露光用の多層膜反射型マスクに関するものである。

【従来の技術】

従来、X 線露光用反射型マスクの X 線反射部としては単

2

結晶板が用いられていた (特願昭 52-54126)。しかしこの X 線露光用反射型マスクは、単結晶の Bragg 回折を利用するため、X 線入射を斜入射としなくてはならなかった。その結果マスク面積が非常に大きくなり、また大きいゆえに平面性よく均一に作製するのが困難である等の問題が生じていた。

本発明は、上述従来例の問題点に鑑み、軟 X 線・真空紫外線に対し正入射で用いることができ、従来よりも小型の軟 X 線・真空紫外線用多層膜反射型マスクを提供することを目的とする。また吸収体を低熱膨張率及び高熱伝導性とすることによって低歪の多層膜反射型マスクを提供することを目的とする。

【問題点を解決するための手段】

本発明の上記目的は、軟 X 線・真空紫外線を反射する反射鏡の上に軟 X 線・真空紫外線を吸収するパターンニ

10

グされた吸収体を配置した積層体であって、該反射鏡が光学定数の異なる2種類の層を交互に積層した多層積層板である軟X線・真空紫外線露光用多層膜反射型マスクによって達成される。

第1図は本発明の軟X線・真空紫外線露光用多層膜反射型マスクの一例の模式断面図である。この多層膜反射型マスクは、図中に示すように平面の基板1上に第1の物質の層2,4…及び第2の物質の層3,5…が交互に積層されて反射鏡部分が形成され、その最上層の上に所望の形状にパターンニングされている軟X線・真空紫外線用の吸収体Aが配されている。

各々の層の膜厚 d_1, d_2, \dots は10Å以上であり、交互に等しい膜厚であって($d_1 = d_3 = \dots, d_2 = d_4 = \dots$)も、全ての膜厚を変えても差しつかえないが、それぞれの層中における軟X線・真空紫外線の吸収による振幅の減少およびそれぞれの層の界面における反射光の位相の重なりによる反射光の強め合いの両者を考慮し、反射鏡全体として最も高い反射率が得られるような厚さとするのが好ましい。各層の厚さは10Åより小さい場合は界面における2つの物質の拡散の効果により、反射鏡として高い反射率が得られず好ましくない。層数を増加させればさせるほど反射率は上昇するが、その一方で製作上の困難さが発生してくる。そのため積層数は200層以内が好ましく用いられる。

吸収体は、軟X線・真空紫外線を吸収し、高熱伝導性、低熱膨張性ならばどのようなものでもよいが、具体的には線膨張率が 5×10^{-5} /deg以下であり、熱伝導率が $0.1 \text{ J/cm} \cdot \text{s} \cdot \text{deg}$ 以上であるものがよい。それより大きな線膨張率、熱伝導率である場合は、吸収体と多層構造の反射鏡とがずれたり剥離したりする問題が発生しやすい。このような吸収体をなす物質としては、例えば、金、タンタル、タングステンなどの金属、ケイ素などの半導体、窒化ケイ素、炭化ケイ素、窒化タンタルなどの絶縁体が好ましく用いられる。

【実施例】

以下に本発明の実施例を挙げて本発明を更に詳細に説明する。

実施例1

第2図(a)に示す様に、基板1として面粗さがrms値で10Å以下になるように研磨されたケイ素単結晶板を用い、第1の層2,4…をなす物質としてルテニウム(Ru)、第2の層3,5…をなす物質として炭化ケイ素(SiC)を用い、 1×10^{-6} Pa以下の超高真空中に到達後、アルゴン圧力を 5×10^{-1} Paに保ち、スパッタ蒸着法により膜厚をそれぞれ29.8Å、33.9Åとして41層(Ru層21層、SiC:20層)積層し、更にその上に保護膜Bとして炭素(C)を10Å積層し多層積層板を得た。この場合、第1の層が屈折率の実数部分が小であり第2の層が屈折率の実数部分が大きい。

次に第2図(b)に示すように、この多層積層板上にレ

ジストとしてのPMMAの層を、 $0.5 \mu\text{m}$ 厚に形成し、EB描画により $1.75 \mu\text{m}$ ライン&スペースのパターニングを行い、このPMMAよりなるパターン状レジストC上に軟X線吸収体である金(線膨張率 1.42×10^{-5} /deg、熱伝導率 $3.16 \text{ J/cm} \cdot \text{s} \cdot \text{deg}$)をEB蒸着により $0.1 \mu\text{m}$ 厚形成した。次にPMMAをハクリし、多層膜上に金パターンAを得た(第2図(c))。

次に作成した多層膜反射型マスクを用いて軟X線露光を行った。

第3図は投影光学系の光路図で、図中の軟X線反射ミラー M_1, M_2, M_3 はそれぞれ凹面鏡、凸面鏡、凹面鏡であり、Wは露光基板を示している。 M_0 は上記多層膜反射型マスクである。図中にその位置を示す。発散X線源から発生しマスク M_0 に対して1.7°の角度(正入射)で入射した軟X線はマスク M_0 の反射部を介して投影光学系に入り、凹面鏡 M_1 、凸面鏡 M_2 、凹面鏡 M_3 の順に反射し、マスク M_0 の像を露光基板W上に結像する。本投影光学系の仕様は投影倍率1/5、有効Fナンバーが13、像面サイズが $28 \times 14 \text{ mm}^2$ 、像高が20~37mm、解像力が $0.35 \mu\text{m}$ である。

光源には124Åの軟X線を用い、露光基板WにはPMMA $1 \mu\text{m}$ を塗布した。軟X線が発生させ、投影露光系により、露光基板W上のPMMAレジストを露光し現像を行ったところ、 $0.35 \mu\text{m}$ ライン&スペースが解像した。

実施例2

実施例1と同様に研磨されたケイ素単結晶板1上に、第1の層2,4…をなす物質として窒化タンタル(TaN)、第2の層3,5…をなす物質としてケイ素(Si)を用い、 1×10^{-6} Pa以下の超高真空中に到達後、アルゴン圧力を 5×10^{-1} Paに保ち、スパッタ蒸着法により膜厚をそれぞれ20.3Å、40.6Åとして、41層(TaN:21層、Si:20層)積層し、更にその上に保護膜Bとして炭素(C)を10Å積層した。この場合、第1の層が屈折率の実数部分が小であり第2の層が屈折率の実数部分が大きい。

次に得られた多層積層板上にPMMA $0.5 \mu\text{m}$ を形成しEB描画によりパターンニングを行った。このPMMAパターン上に軟X線吸収体であるタンタル(Ta)(線膨張率 6.3×10^{-6} /deg、熱伝導率 $0.575 \text{ J/cm} \cdot \text{s} \cdot \text{deg}$)をEB蒸着により $0.1 \mu\text{m}$ 厚形成した後、PMMAをハクリし、多層膜上にタンタルパターンAを得た。

ここで作製したマスクを用いて、実施例1で示した縮小光学系により露出基板W上のPMMAを露光した。その結果、 $0.35 \mu\text{m}$ ラインアンドスペースが解像した。

実施例3

実施例1と同様に研磨されたケイ素単結晶板上に、第1の層2,4…をなす物質としてパラジウム(Pd)、第2の層3,5…をなす物質としてケイ素(Si)を用い、 1×10^{-6} Pa以下の超高真空中においてEB蒸着法により、膜厚をそれぞれ21.1Å、40.3Åとして、41層(Pd:21層、Si:20層)積層し、更にその上に保護膜として炭素(C)を10

A積層した。この場合、第1の層が屈折率の実数部分が小であり第2の層が屈折率の実数部分が大である。

次に得られた多層積層板上にPMMA0.5 μ mを形成しEB描画によりパターンニングを行った。このPMMAパターン上に軟X線吸収体であるケイ素(Si)(線膨張率 $2.6 \times 10^{-6}/\text{deg}$ 、熱伝導率1.49J/cm.s.deg)をEB蒸着により0.1 μ m厚形成した後、PMMAをハクリし、多層膜上にケイ素パターンAを得た。

ここで作製したマスクを用いて、実施例1で示した縮小光学系により露出基板W上のPMMAを露光した。その結果、0.35 μ mラインアンドスペースが解像した。

尚本発明の実施例においては、第3図に示した構成の1/5倍縮小光学系(0.35 μ m解像)を仮定したが、もちろん他の仕様や構成の露光用光学系を使用してもよい。また実施例においては、多層膜の形成においてEB蒸着法及びスパッタリング法を用いたが、これに限定されるものではなく、その他抵抗加熱、CVD、反応性スパッタリング等のさまざまな薄膜を形成する方法を用いることができる。また基板としてSi単結晶板を用いたが、それに限らずガラス、熔融石英、炭化ケイ素等の基板であってその表面が使用波長に比べて十分になめらかになるように研磨されたものであればよい。

〔発明の効果〕

以上説明したように、本発明の多層膜反射型マスクによれば、光学定数の異なる2種類の層を交互に積層した多層膜構造を有する反射層を反射部として用いたため、放*

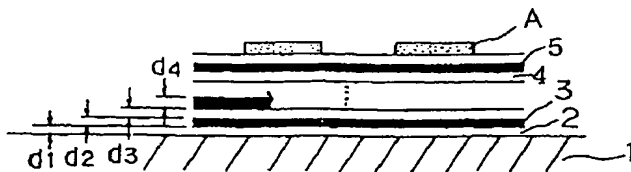
*射線の吸収による振幅の減少およびそれぞれの層の界面における反射光の位相の重なりによる反射光の強め合いにより高い反射率が得られるので、従来の単結晶板のBragg回折を利用した反射鏡のように放射線を水平方向から斜入射させる必要が無く、放射線を正入射させることが可能となる。この結果、高精度で高効率の露光が可能な反射型マスクを提供することができる。

〔図面の簡単な説明〕

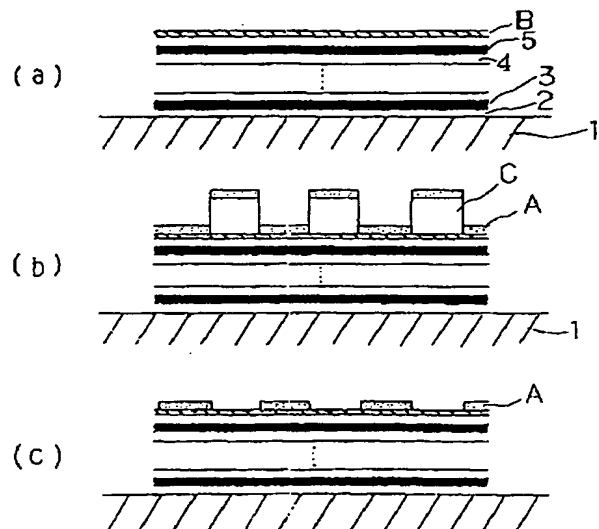
第1図は本発明の軟X線・真空紫外線露光用多層膜反射型マスクの基本断面図である。第2図は本発明の多層膜反射型マスクの作製工程図である。第3図は本発明の多層膜反射型マスクを用いた投影光学系の光路図である。

- 1……Si基板
- 2,4……第1の物質の層
- 3,5……第2の物質の層
- A……軟X線・真空紫外線吸収体(金、タンタル、ケイ素)
- B……保護膜
- C……レジスト(PMMA)
- M₀……軟X線・真空紫外線露光用多層膜反射型マスク
- M₁……凹型X線ミラー
- M₂……凸型X線ミラー
- M₃……凹型X線ミラー
- W……露光基板
- d₁~d₄……各層の厚さ

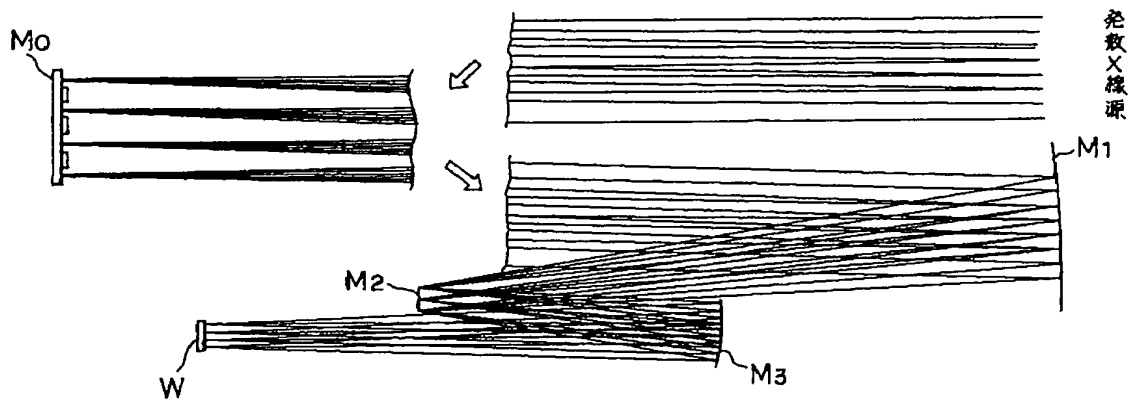
【第1図】



【第2図】



【第3図】



【公報種別】特許法（平成6年法律第116号による改正前。）第64条及び第17条の3第1項の規定による補正

【部門区分】第6部門第2区分

【発行日】平成11年（1999）9月13日

【公告番号】特公平7-27198

【公告日】平成7年（1995）3月29日

【年通号数】特許公報7-680

【出願番号】特願昭62-33523

【特許番号】2140060

【国際特許分類第6版】

G03F 1/08 K
1/16 A

H01L 21/027

【F I】

H01L 21/30 531 M

【手続補正書】

1 「特許請求の範囲」の項を「1 光学定数の異なる2種類の層を交互に積層した多層膜構造を有する反射層と、露光基板に結像すべきパターンを形成する軟X線または真空紫外線を吸収する吸収体とが基板上に設けられており、前記基板の面粗さがrms値で10オングストローム以下であり、かつ前記2種類の層の膜厚は共に10オングストローム以上であると共に積層数は200層以内であることを特徴とする多層膜反射型マスク。」と補正する。

2 前記吸収体の線膨張率が $5 \times 10^{-5} / \text{deg}$ 以下である特許請求の範囲第1項記載の反射型マスク。

3 前記吸収体の熱伝導率が $0.1 \text{ J} / \text{cm} \cdot \text{S} \cdot \text{deg}$ 以上である特許請求の範囲第1項記載の反射型マスク。」と補正する。

2 第2欄14行～第3欄4行「本発明……される。」を「光学定数の異なる2種類の層を交互に積層した多層膜構造を有する反射層と、露光基板に結像すべきパターンを形成する軟X線または真空紫外線を吸収する吸収体

とが基板上に設けられており、前記基板の面粗さがrms値で10オングストロームであり、かつ前記2種類の層の膜厚は共にオングストローム以上であると共に積層数は200層以内であることを特徴とする多層膜反射型マスクによって達成される。」と補正する。

3 第5欄24行～第6欄7行「以上……できる。」を「以上説明したように、本発明の多層膜反射型マスクによれば、光学定数の異なる2種類の層を交互に積層した多層膜構造を有する反射層を反射部として用いたため、放射線の吸収による振幅の減少およびそれぞれの層の界面における反射光の位相の重なりによる反射光の強め合いにより高い反射率が得られるので、従来の単結晶板のBragg回折を利用した反射鏡のような放射線を水平方向から斜入射させる必要がなく、放射線を正入射させることが可能になる。この結果、露光基板に対して高精度で高効率なパターン結像が可能で、かつ小型化した反射型マスクを提供することができる。」と補正する。